



Федеральное агентство по рыболовству
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»
Калининградский морской рыбопромышленный колледж

Утверждаю
Заместитель начальника колледжа
по учебно-методической работе
М.С. Агеева

ОП.02 МЕХАНИКА

Методическое пособие для выполнения практических занятий
по специальности

26.02.03 Судовождение

МО-26 02 03-ОП.02. ПЗ

РАЗРАБОТЧИК

Судоводительское отделение

ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ

В.В. Феоктистов

ГОД РАЗРАБОТКИ

2023

МО-26 02 03-ОП.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МЕХАНИКА	С. 2/16

Содержание

Введение	3
Перечень практических занятий	4
Практическое занятие № 1 Решение задач на равновесие под действием системы сходящихся сил.....	5
Практическое занятие № 2 Решение задач по определению опорных реакций балочных систем.....	6
Практическое занятие №3 Решение задач на нахождение координат центра тяжести судна при перемещении грузов. Разбор конкретной ситуации	8
Практическое занятие № 4 Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений при растяжении (сжатии). определение перемещений.....	9
Практическое занятие №5 Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов	11
Практическое занятие № 6 Геометрический расчет цилиндрической зубчатой передачи.....	14
Используемые источники литературы.....	16

МО-26 02 03-ОП.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МЕХАНИКА	С. 3/16

Введение

Рабочей программой дисциплины предусмотрено 6 практических занятий.

Целью проведения практических занятий является закрепление теоретических знаний и приобретения необходимых практических навыков и умений по отдельным темам дисциплины. Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, конкретизируются и углубляются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность применять эти знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

Выполнение практических занятий направлено на формирование у обучающихся следующих элементов компетенций:

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

Перед проведением практических занятий обучающиеся обязаны проработать соответствующий материал, уяснить цель занятия, ознакомиться с содержанием и последовательностью его проведения, а преподаватель проверить их знания готовность к выполнению задания.

Текст выполняемых работ на практических занятиях обучающиеся должны писать ручкой понятным почерком. Схемы, эскизы, таблицы необходимо выполнять только карандашом с помощью чертежных инструментов.

После каждого практического занятия проводится защита отчета, как правило, на следующем практическом занятии перед выполнением последующей работы.

На защите отчета обучающийся должен знать теорию по данной теме, пояснить, как выполнялась работа в соответствии с основными требованиями к знаниям и умениям по данной теме рабочей программы.

МО-26 02 03-ОП.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МЕХАНИКА	С. 4/16

Перечень практических занятий

№ п/п	Практическое занятие	Кол-во часов
РАЗДЕЛ 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА		
1.2 Плоская система сходящихся сил.		
1	Решение задач на равновесие под действием системы сходящихся сил	2
1.4 Плоская система произвольно расположенных сил		
2	Решение задач на определение опорных реакций балочных систем	2
1.5 Центр тяжести		
3	Решение задач на нахождение координат центра тяжести судна при перемещении грузов. Разбор конкретной ситуации.	2
РАЗДЕЛ 2 СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ		
Тема 2.2. Растяжение и сжатие		
4	Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений при растяжении (сжатии). определение перемещений.	2
Тема 2.4. Изгиб		
5	Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов	3
РАЗДЕЛ 3 ДЕТАЛИ МАШИН		
3.2 Зубчатые передачи		
6	Геометрический расчет цилиндрической зубчатой передачи»	3
ИТОГО		14

РАЗДЕЛ 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Тема 1.2 Плоская система сходящихся сил

Практическое занятие № 1 Решение задач на равновесие под действием системы сходящихся сил

Цель занятия:

Формирование практического навыка применения теории в данном конкретном случае решения задачи с использованием алгоритма решенной задачи в конспекте.

Исходные материалы и данные:

Индивидуальные однотипные задания (оформлены на картах, 35 вариантов). Два твердых стержня, прикрепленные шарнирно к опорам и между собой, и сила, приложенная к шарниру, их соединяющему. Найти силы реакций стержней.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изобразить рисунок.
2. Записать данные, задание и вариант.
3. Записать порядок выполнения работы и пояснения к решению задачи по алгоритму в конспекте: указать тело в равновесии, записать связи, направить силы реакций связей, записать действующую на шарнир уравновешенную систему сил.
4. Изобразить расчетную схему сил. Рационально выбрать оси координат.
5. Решить задачу аналитическим методом: составить и решить уравнение равновесия.
6. Выполнить проверку решения геометрическим методом с использованием теоремы синусов.
7. Записать ответ в следующем виде:

Стержень	1	2
Усилие в стержне		
Знак		
Вывод		

8. Изобразить истинное направление сил реакций.

Выводы о проделанной работе:

Сравнить предположение о работе стержней в начале решения задачи и полученный результат.

Примечание: ознакомить курсантов с критериями оценок по каждому пункту выполненной работы.

МО-26 02 03-ОП.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МЕХАНИКА	С. 6/16

Использованные источники: [1, § 15, 16], [3], [5], плакат 1.5 (А), (РМ).

Содержание отчета:

Наименование практического занятия

Цель занятия

Вариант задания

Отчет о выполнении всех пунктов из раздела «Содержание и порядок выполнения работы»

Выводы о проделанной работе

Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Повторение понятий: равнодействующая, уравновешенная система сил, уравновешивающая сила, аксиома о равновесии тела под действием двух сил.
2. Связи. Силы реакций связей.

**Тема 1.4 Плоская система произвольно расположенных сил
Практическое занятие № 2 Решение задач по определению опорных реакций
балочных систем**

Практическое занятие проводится после изучения темы 1.4 «Плоская система произвольно расположенных сил». В предложенной задаче требуется определить реакции балки с шарнирными опорами.

Цель занятия:

Получить навыки построения расчетной схемы; научиться определять реакции опор балок, так как с этого начинается решение многих задач по сопротивлению материалов и деталям машин.

Исходные материалы:

Практическое занятие проводится по вариантам задания.

Содержание и порядок выполнения работы:

Решить задачу:

Определить реакции балки с шарнирными опорами.

Последовательность решения задачи:

МО-26 02 03-ОП.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МЕХАНИКА	С. 7/16

Рассматривается равновесие плоской системы сил, приложенных к телу, и применяется аналитический способ решения:

1. Изобразить балку вместе с нагрузками.
2. Выбрать направление координатных осей, совместив ось x с балкой, а ось y направив перпендикулярно оси x .
3. Произвести необходимые преобразования заданных активных сил: силу, наклоненную к оси балки под углом α , заменить двумя взаимно перпендикулярными составляющими, а равномерно распределенную нагрузку (при наличии) – ее равнодействующей, приложенной в середине участка распределения нагрузки.
4. Освободить балку от опор, заменив их действие реакциями опор, направленными вдоль выбранных осей координат.
5. Составить уравнения равновесия статики для произвольной плоской системы сил, таким образом, и в такой последовательности, чтобы решением каждого из этих уравнений было определение одной из неизвестных реакций опор.
6. Проверить правильность найденных опорных реакций по уравнению, которое не было использовано для решения задачи.

Использованные источники: [1 §4.6, 5.5]

Содержание отчета:

Наименование практического занятия

Цель занятия

Вариант задания

Отчет о выполнении на каждый этап раздела содержания и порядок выполнения задания

Список используемой литературы

Выводы и предложения

Дата и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Какая система сил называется парой сил?
2. Как определяются моменты пар сил, лежащих в одной плоскости?
3. Запишите проверочное уравнение для балок с шарнирными опорами.

МО-26 02 03-ОП.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МЕХАНИКА	С. 8/16

Тема 1.5 Центр тяжести

Практическое занятие №3 Решение задач на нахождение координат центра тяжести судна при перемещении грузов. Разбор конкретной ситуации

Практическое занятие проводится после изучения темы 1.5 «Центр тяжести».

Вычисление координат центра тяжести судна при перемещении груза основывается на применении теоремы:

Если в системе, состоящей из нескольких тел, одно из тел переместится в каком - либо направлении, то и центр тяжести всей системы переместится в том же направлении параллельно перемещению центра тяжести этого тела. При этом величина перемещения составит такую часть перемещения центра тяжести системы, какую вес тела составляет от веса всей системы.

Определение центра тяжести имеет значение при решении ряда вопросов, связанных с морской практикой и теорией корабля: погрузка и распределение грузов по трюмам для создания дифферента или выравнивания крена, крепления грузов, обеспечение остойчивости.

Остойчивость – способность судна, отклоненного действием внешних сил из положения равновесия возвращаться в исходное положение равновесия после прекращения действия этих сил.

Дифферент - разность осадки носа или кормы судна

Осадка судна – расстояние от грузовой ватерлинии до самой нижней точки судна.

Цель занятия:

Научиться определять величину смещения центра тяжести судна.

Исходные материалы:

Практическое занятие проводится по вариантам задания.

Содержание и порядок выполнения работы:

Решить задачи:

1. Определить величину смещения центра тяжести судна, при перемещении груза.
2. Определить величину и направление смещения центра тяжести судна, при перемещении груза.

Последовательность решения типовой задачи:

МО-26 02 03-ОП.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МЕХАНИКА	С. 9/16

1. Вычертить расчетную схему
2. Величина перемещения центра тяжести системы определяется по формуле

$$CC_1 = \frac{\sum P_i \cdot l_i}{P}$$

3. Отложить на рисунке найденные величины смещения центра тяжести по отношению к выбранной системе координат

Использованные источники: [2]

Содержание отчета:

Наименование практического занятия

Цель занятия

Вариант задания

Отчет о выполнении на каждый этап раздела содержания и порядок выполнения задания

Список используемой литературы

Выводы и предложения

Дата и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. В каком направлении происходит перемещение центра тяжести системы при смещении тела (груза)?
2. Как зависит величина перемещения центра тяжести системы при смещении тела (груза) от веса тела (груза) и от веса всей системы?

РАЗДЕЛ 2 СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Тема 2.2 Растяжение и сжатие

Практическое занятие № 4 Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений при растяжении (сжатии). определение перемещений

Практическое занятие проводится после изучения тем 2.1, 2.2 «Основные положения. Напряжения, деформации. Закон Гука. Механические характеристики материалов. Расчет на прочность».

Цель занятия:

МО-26 02 03-ОП.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МЕХАНИКА	С. 10/16

Научиться строить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений $[\sigma]$, находить опасные сечения, проводить расчеты на прочность при растяжении и сжатии.

Исходные материалы:

Практическое занятие проводится по вариантам задания.

Содержание и порядок выполнения работы:

Решить задачу:

Двухступенчатый стальной брус нагружен силами F_1 и F_2 . Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений. Определить опасное сечение и коэффициент запаса прочности. Определить удлинение (укорочение) стержня.

Для материала стержней (Сталь Ст3) принять $[\sigma_p] = 160$ МПа,
 $[\sigma_c] = 120$ МПа, $E = 200$ ГПа.

Последовательность решения типовой задачи:

1. Составить схему по условию задачи.
2. Разбить брус на участки, границами которого являются сечения, в которых приложены внешние силы, и места изменения размеров поперечного сечения.
3. Определить по методу сечений продольную силу для каждого участка (ординаты эпюры N), построить эпюру продольных сил N .
4. Для построения эпюры нормальных напряжений σ определяем напряжения в поперечных сечениях каждого из участков.
5. Определить опасное сечение и коэффициент запаса прочности.
6. Перемещение свободного конца бруса определяем, как сумму удлинений (укорочений) участков бруса, вычисленных по формуле Гука.

Использованные источники: [1. § 19,2 19.6]

Содержание отчета:

Наименование практического занятия

Цель занятия

Вариант задания

Отчет о выполнении на каждый этап раздела содержания и порядок выполнения задания

Список используемой литературы

МО-26 02 03-ОП.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МЕХАНИКА	С. 11/16

Выводы и предложения

Дата и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Какие случаи деформации бруса называются центральным растяжением или сжатием?
2. Как вычисляется значение продольной силы в произвольном поперечном сечении бруса?
3. Что представляет собой эпюра продольных сил и как она строится?
4. Как вычисляются нормальные напряжения в произвольном поперечном сечении бруса?
5. Что называется допустимым напряжением? Как оно выбирается для пластичных и хрупких материалов?
6. Напишите условия прочности при растяжении и сжатии.
7. Какие три характерных вида задач встречаются при расчете на прочность?

Тема 2.3 Изгиб

Практическое занятие №5 Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов

Практическое занятие проводится после изучения темы 2.3 «Изгиб».

Цель занятия:

Научиться строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для различных видов нагрузки; использовать условия проверки правильности построения эпюр.

Исходные материалы:

Практическое занятие проводится по вариантам задания.

Содержание и порядок выполнения работы:

Решить задачу:

Для двухопорной балки построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, провести проверку правильности построения эпюр.

МО-26 02 03-ОП.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МЕХАНИКА	С. 12/16

Подобрать из условия прочности размеры поперечного сечения в виде прямоугольника с заданным отношением h / b и круга. Для материала балки (Сталь Ст3) принять допускаемое напряжения при изгибе $[\sigma] = 160$ МПа.

Последовательность решения типовой задачи:

1. Составить схему по условию задачи.
2. Балку разбить на участки по характерным сечениям.
3. Определить вид эпюры поперечных сил на каждом участке в зависимости от внешней нагрузки, вычислить поперечные силы в характерных сечениях и построить эпюру поперечных сил.
4. Определить вид эпюры изгибающих моментов на каждом участке в зависимости от внешней нагрузки, вычислить изгибающие моменты в характерных сечениях и построить эпюру изгибающих моментов.
5. Определить опасное сечение.
6. Из условия прочности подобрать соответствующие сечения балки

Методические указания:

1. В рассматриваемой задаче требуется построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, а также подобрать сечение, выполненного из круга, прямоугольника.
2. Условие прочности для балок с сечениями, симметричными относительно нейтральной оси, имеет вид:
3. $\sigma_{\max} = \frac{M_{x\max}}{W_x} \leq [\sigma]$, где W_x – осевой момент сопротивления сечения.
4. Для подбора сечения балки (проектного расчета) из условия прочности определяют необходимое значение осевого момента сопротивления: $W_x \geq \frac{M_{x\max}}{[\sigma]}$
5. По найденному моменту сопротивления W_x подбирают соответствующее сечение.
6. Для закрепленной одним концом балки строить эпюры целесообразно со свободного конца.

Правила построения эпюр:

Для эпюры поперечных сил:

МО-26 02 03-ОП.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МЕХАНИКА	С. 13/16

1. На участке, нагруженном равномерно распределенной нагрузкой, эпюра поперечных сил изображается прямой, наклоненной к оси балки.
2. На участке, свободном от равномерно распределенной нагрузки, эпюра сил изображается прямой, параллельной оси балки.
3. В сечении балки, где приложена сосредоточенная пара сил, поперечная сила не изменяет значения.
4. В сечении балки, где приложена сосредоточенная сила, значение поперечной силы меняется скачкообразно на значение, равное приложенной силе.
5. В концевом сечении балки поперечная сила численно равна сосредоточенной силе (активной или реактивной), приложенной в этом сечении.
6. Если в концевом сечении балки не приложена сосредоточенная сила, то поперечная сила в этом сечении равна нулю.

Для эпюры изгибающих моментов:

1. На участке, нагруженном равномерно распределенной нагрузкой, эпюра изгибающих моментов изображается квадратичной параболой. Выпуклость параболы направлена навстречу нагрузке.
2. На участке, свободном от равномерно распределенной нагрузки, эпюра моментов изображается прямой линией.
3. В сечении балки, где приложена сосредоточенная пара сил, изгибающий момент меняется скачкообразно на значение, равное моменту приложенной пары.
4. Изгибающий момент в концевом сечении балки равен нулю, если в нем не приложена сосредоточенная пара сил.
5. Если в концевом сечении балки приложена активная или реактивная пара сил, то изгибающий момент в этом сечении равен моменту приложенной пары.
6. На участке, где поперечная сила равна нулю, балка испытывает чистый изгиб, и эпюра изгибающих моментов изображается прямой, параллельной оси балки.
7. Изгибающий момент принимает экстремальное значение в сечении, где эпюра поперечных сил проходит через нуль. Меняя знаки с «+» на «-» или с «-» на «+».

Использованные источники: [1, § 23.1 – 23.4]

Содержание отчета:

Наименование практического занятия

МО-26 02 03-ОП.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МЕХАНИКА	С. 14/16

Цель занятия

Вариант задания

Отчет о выполнении на каждый этап раздела содержания и порядок выполнения задания

Список используемой литературы

Выводы и предложения

Дата и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. При каком нагружении прямой брус испытывает деформацию изгиба?
2. Как определить изгибающий момент в поперечном сечении балки?
3. Как определить поперечную силу при изгибе балки?
4. Объясните правило знаков поперечных сил и изгибающих моментов.

РАЗДЕЛ 3 Детали машин

Тема 3.2 Зубчатые передачи

Практическое занятие № 6 Геометрический расчет цилиндрической зубчатой передачи

Цель занятия:

Ознакомление с конструкцией редуктора и назначением его деталей. Составление кинематической схемы цилиндрического зубчатого редуктора, определение передаточного числа.

ОК.1, ОК.2, ОК.9

Исходные материалы и данные:

Цилиндрический трехступенчатый редуктор, гаечные ключи, отвертка.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Произвести внешний осмотр редуктора.
2. Изучить конструкцию корпуса.
3. Осуществить разборку редуктора: отвинтить соединительные болты; снять крышку редуктора и крышки подшипниковый узлов; ознакомиться с внутренним устройством редуктора и назначением деталей; обратить внимание на способ смазки зацепления и подшипников; изучить входной, промежуточный и выходной валы редуктора с их деталями и подшипниками.

МО-26 02 03-ОП.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МЕХАНИКА	С. 15/16

4. Сосчитать число зубьев шестерни и колеса и вычислить передаточные числа каждой ступени редуктора.
5. Вычислить общее передаточное число редуктора.
6. Собрать редуктор до установки крышки корпуса, проверить плавность зацепления колес, установить крышку и закрепить ее болтами.
7. Вычертить кинематическую схему редуктора.
8. Выводы и предложения по проделанной работе.

Использованные источники: [8, с. 54 – 57, с, 68 – 78], [9, гл. 2, атлас деталей машин].

Содержание отчета:

Наименование практического занятия

Цель занятия

Отчет о выполнении каждого этапа раздела «Содержание и порядок выполнения работы»

Список использованной литературы

Выводы о проделанной работе

Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Назначение передач вращательного движения по принципу действия и принципу передачи движения от ведущего звена к ведомому.
2. Кинематические и силовые соотношения в передачах.
3. Зубчатые передачи. Классификация.
4. Основы теории зубчатого зацепления двух эвольвентных колес. Передаточное число.
5. Кинематические схемы цилиндрических редукторов.

МО-26 02 03-ОП.02.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	МЕХАНИКА	С. 16/16

Используемые источники литературы

Виды источников	Наименование рекомендуемых учебных изданий
Основные	Гебенкин В.З, Заднепровский Р.П Техническая механика, (Электронный ресурс) учебное пособие – ЮРАЙТ,2022 Соппротивление материалов (с примерами решения задач), учебное пособие/ Н.М. Атаров под редакцией Г.С. Варданян, А.А. Горшков, А.Н. Леонтьев. – М.: КноРус, 2018
Дополнительные, в т.ч. курс лекций по учебной дисциплине, методические пособия и рекомендации для выполнения практических занятий и самостоятельных работ	Олфинская В.П. «Детали машин. Краткий курс и тестовые задания», М., Форум – Инфра, 2014
Электронные образовательные ресурсы	1. ЭБС «Book.ru», https://www.book.ru 2. ЭБС « ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru 3. ЭБС «Академия», https://www.academia-moscow.ru 4. Издательство «Лань», https://e.lanbook.com 5.Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://www.biblioclub.ru
Периодические издания	Мир транспорта Научно-технический сборник российского морского регистра судоходства Эксплуатация морского транспорта Стандарты и качество